

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-048867

(43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.Cl.

G01S 15/42
 G01H 3/00
 G01S 7/526
 G01V 1/00

(21)Application number : 2000-239030

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 07.08.2000

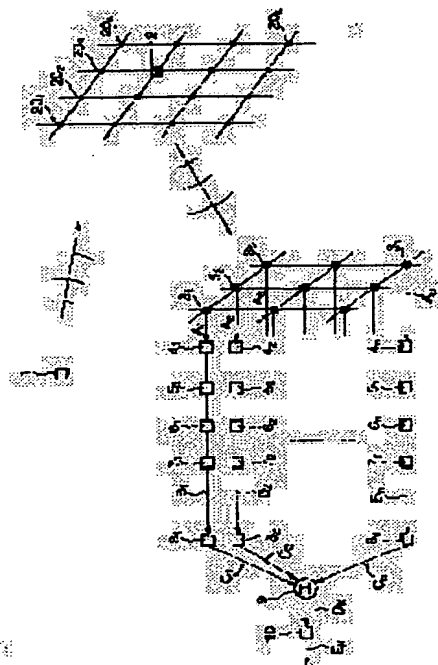
(72)Inventor : YOSHIZUMI KAZUHIRO
 TAKAGI SHIGERU
 NAKAGAWA KEIZO

(54) ACOUSTIC SURVEY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem that it is difficult to calculate the strength of reflection on a body at a part to be surveyed since the strength of reflection is not taken into consideration although the position can be estimated as a conventional acoustic survey device performs operation while replacing a signal corresponding to the survey position of the body with a time or phase.

SOLUTION: The intensity of the sound wave when it reaches a receiver after being sent out of a transmitter and reflected by the body is previously measured or calculated and the signal received by the receiver is multiplied by this value to decide the strength of the reflection.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-48867

(P2002-48867A)

(43)公開日 平成14年2月15日(2002.2.15)

文
献
3

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 1 S	15/42	G 0 1 S 15/42	2 G 0 0 5
G 0 1 H	3/00	G 0 1 H 3/00	Z 2 G 0 6 4
G 0 1 S	7/526	G 0 1 V 1/00	A 5 J 0 8 3
G 0 1 V	1/00	G 0 1 S 7/52	J

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-239030(P2000-239030)

(22)出願日 平成12年8月7日(2000.8.7)

(71)出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 吉住 和洋

長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工

株式会社長崎研究所内

(72)発明者 高木 茂

長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工

株式会社長崎研究所内

(74)代理人 100083024

弁理士 高橋 昌久 (外1名)

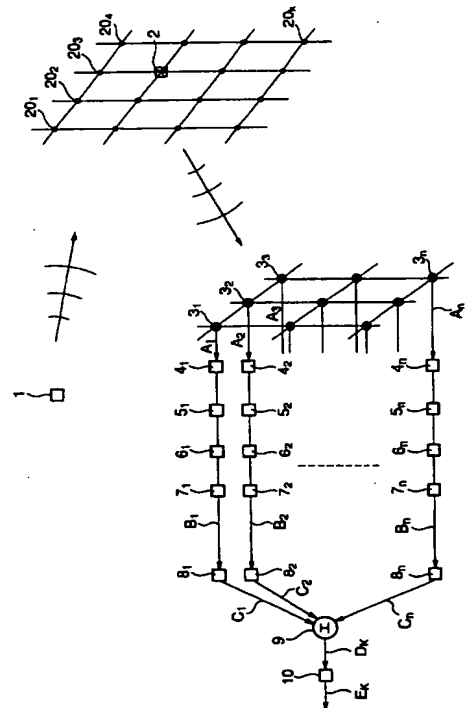
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 音響探査装置

(57)【要約】

【課題】 従来の音響探査装置においては、物体の探査位置に対応した信号を、時間、もしくは位相に置き換えて演算を実施しているため、位置に関しては推定可能であるが反射の大きさまでは考慮に入れていないため、探査する部分における物体の反射の強さを算出することは困難である。

【解決手段】 送波器から送り出された音波が、物体で反射して受波器に届く強さを予め計測、若しくは計算で求めておき、受波器で受信した信号にこの値を乗ずること、で、反射の強さを判別できるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音波発信源と、複数の受波器と、該複数の受波器毎に設けられ、受波した信号を探索位置に対応した位相とする遅延器と、該遅延器で遅延された受波信号を加算して得られた信号から物体の有無を判別する音響探索装置において、

前記音波発信源から出た音波が探索位置で反射して受波器に達するまでの間に生じる音波減衰量に応じた補正値を乗じ、探索位置での音波反射量を演算する第 1 の乗算器を有し、探索位置で反射される音波の強さを測定できるようにしたことを特徴とする音響探索装置。

【請求項 2】 前記受波器からの信号に空間的な窓関数をかける第 2 の乗算器を設けると共に、前記第 1 の乗算器が乗算する補正値を空間的な窓関数の効果を考慮した値とし、探索位置に物体があるときはそのままに、無い場合は他の位置に存在する物体からの影響を小さくして探索精度を向上させることを特徴とする請求項 1 に記載した音響探索装置。

【請求項 3】 前記受波器を 3 次元的に配置し、前記遅延器の遅延時間と第 1 の除算器が乗ずる補正値とを受波器の配置を考慮した値として 3 次元的探索位置精度と反射強さ測定精度を向上させることを特徴とする請求項 1、または 2 に記載した音響探索装置。

【請求項 4】 複数の受波器と、該複数の受波器毎に設けられ、予め想定した複数の音源位置から受波器までの距離に応じた遅延時間を記憶して受波した信号を音源位置に対応した位相とする遅延器と、該遅延器で遅延された受波信号を加算して得られた信号から音源の位置を判別する音響探索装置において、
前記音源から受波器に達するまでの距離で生じる音波減衰量に応じた補正値を乗じて音源から発せられる音の強さを復元する第 1 の乗算器を有し、音源から発せられる音の強さを測定できるようにしたことを特徴とする音響探索装置。

【請求項 5】 前記受波器からの信号に空間的な窓関数をかける第 2 の乗算器を設けると共に、前記第 1 の乗算器が乗算する補正値を空間的な窓関数の効果を考慮した値とし、音源位置はそのままに、音源のない位置は他の音源位置からの影響を小さくして音源探索精度を向上させたことを特徴とする請求項 4 に記載した音響探索装置。

【請求項 6】 前記受波器を 3 次元的に配置し、前記遅延器の遅延時間と第 1 の除算器が乗ずる補正値とを受波器の配置を考慮した値として 3 次元的探索位置精度と反射強さ測定精度を向上させたことを特徴とする請求項 4、または 5 に記載した音響探索装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水中探索用ソナーなどに適用される音響探索装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 音響探索装置は、一般的に図 6 に示すように単一または複数の送波器 1 で音波を送波し、対象となる物体 2 で反射した信号を複数の受波器 3₁～3_n で受信するよう構成している。受信された信号 A₁～A_n は、プリアンプ 4₁～4_n、ローパスフィルタ (LPF) 5₁～5_n、アンプ 6₁～6_n、A/D 変換器 7₁～7_n を通り、デジタル信号 B₁～B_n となる。

【0003】 8₁～8_n は遅延器で、各受波器 3₁～3_n が受信して得られたデジタル信号 B₁～B_n に遅延をかけ、各探索位置 20₁～20_k における物体の有無を判別できるようにしてある。今例えば、探索位置 20₁ からの信号を判別する場合、送波器 1 から出た音波が探索位置 20₁ で反射して各受波器 3₁～3_n に達するまでの時間差が、それぞれの受波器 3₁～3_n の位置差 (探索位置 20₁ から受波器 3₁～3_n までの距離) によって 3₁τ_{k1}～3_nτ_{k1} であったとすると、前記デジタル信号 B₁～B_n から遅延器 8₁～8_n でこの時間差 3₁τ_{k1}～3_nτ_{k1} を差し引いて得られた信号 C₁～C_n は、探索位置 20₁ に物体がある場合だけ位相が同一となる。そのためこの信号 C₁～C_n を加算器 9 で加算し、和 D₁ を求めると、探索位置 20₁ に物体がある場合は振幅が大きくなり、これによって探索位置 20₁ における物体の有無の判別が可能となる。

【0004】 そのためそれぞれの遅延器 8₁～8_n に、各探索位置 20₁～20_k に対する遅延時間 3₁τ_{k1}～3_nτ_{kn} を記憶させておき、各探索位置毎に各受波器 3₁～3_n が受信して得られたデジタル信号 B₁～B_n から、各探索位置に対応した信号 D₁～D_k を求めると、この信号 D_k の振幅、パワーを比較することにより、物体の有無の判定が可能となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら従来のこの手法では、物体の探索位置に対応した信号を、時間、もしくは位相に置き換えて演算を実施しているので、位置に関しては推定可能であるが反射の大きさまでは考慮に入れていないため、探索する部分における物体の反射の強さを算出することは困難である。すなわち、音響探索により、物体の位置情報だけでなく、反射の強さまで含めた総合的な探索をおこなうためには、反射のレベルまで考慮した音響探索法が必要になり、上記した従来の方法では不可能である。

【0006】 そのため本発明においては、反射の強さまで含めた総合的な探索をおこなうことのできる音響探索装置を提供すると共に、物体の位置探索精度や反射強さの精度、及び 3 次元的な探索精度をも向上させ、かつ、送波器を用いないパッシブ探索においても、音源の音の大きさや 3 次元的な探索を可能とする音響探索装置を提供することが課題である。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため請求項 1 に記載された発明は、音波発信源と、複数の受波器と、該複数の受波器毎に設けられ、受波した信号を探查位置に対応した位相とする遅延器と、該遅延器で遅延された受波信号を加算して得られた信号から物体の有無を判別する音響探查装置において、前記音波発信源から出た音波が探查位置で反射して受波器に達するまでの間に生じる音波減衰量に応じた補正値を乗じ、探查位置での音波反射量を演算する第 1 の乗算器を有し、探查位置で反射される音波の強さを測定できるようにしたことを特徴とする。

【0008】また、送波器を持たないパッシブ型音響探查装置においても、請求項 4 に記載したように、複数の受波器と、該複数の受波器毎に設けられ、予め想定した複数の音源位置から受波器までの距離に応じた遅延時間を記憶して受波した信号を音源位置に対応した位相とする遅延器と、該遅延器で遅延された受波信号を加算して得られた信号から音源の位置を判別する音響探查装置において、前記音源から受波器に達するまでの距離で生じる音波減衰量に応じた補正値を乗じて音源から発せられる音の強さを復元する第 1 の乗算器を有し、音源から発せられる音の強さを測定できるようにしたことを特徴とする。

【0009】このように音波発信源から受波器までの間に生じる音波減衰量に応じた補正値を乗じすることで、物体の音波反射量を正確に把握することができ、反射の強さまで含めた総合的な探查をおこなうことが可能な音響探查装置を提供できる。

【0010】そしてこのように構成した音響探查装置において、物体や音源の位置探查精度や反射強さの精度を向上させるため、請求項 2、及び 5 に記載した発明は、前記受波器からの信号に空間的な窓関数をかける第 2 の乗算器を設けると共に、前記第 1 の乗算器が乗算する補正値を空間的な窓関数の効果を考慮した値とし、探查位置に物体があるときはそのままに、無い場合は他の位置に存在する物体からの影響を小さくして探查精度を向上させることを特徴とする。及び、前記受波器からの信号に空間的な窓関数をかける第 2 の乗算器を設けると共に、前記第 1 の乗算器が乗算する補正値を空間的な窓関数の効果を考慮した値とし、音源位置はそのままに、音源のない位置は他の音源位置からの影響を小さくして音源探查精度を向上させたことを特徴とする。

【0011】このように窓関数を用いることで、物体や音源の位置探查精度や反射強さの精度を向上させることができる。

【0012】しかし受波器を平面的に配置した場合、受波器配置平面に垂直な方向の探查精度が劣る。これを是*

$$31 \tau k_1 = (l_1 + l_2) / C$$

$$32 \tau k_1 = (l_1 + l_3) / C$$

そのため、前記デジタル信号 $B_1 \sim B_n$ から遅延器 8

*正するため請求項 3、及び 6 に記載した発明は、前記受波器を 3 次的に配置し、前記遅延器の遅延時間と第 1 の除算器が乗ずる補正値とを受波器の配置を考慮した値として 3 次的探查位置精度と反射強さ測定精度を向上させることを特徴とする。

【0013】このようにすることで、受波器配置平面に垂直な方向の探查精度を向上させることができ、3 次的探查位置精度と反射強さ測定精度を向上させることが可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明の実施の形態を例示的に詳しく説明する。但し、この実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に特定の記載がない限りはこの発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。

【0015】図 1 は本発明における第 1 の実施の形態を示した構成図であり、従来装置を示した図 6 と同じ構成要素には同一符号を付した。同図において、1 は送波器、2 は探查対象となる物体、201～20k はこの物体 2 を探查するための位置、31～3n は音響探查装置の受波器、A1～An は受信された信号、41～4n はプリアンプ、51～5n はローパスフィルタ (LPF)、61～6n はアンプ、71～7n は A/D 変換器、B1～Bn はデジタル信号、81～8n は遅延器、C1～Cn は遅延されたデジタル信号、9 は加算器、Dk はデジタル信号 C1～Cn の和、10 は乗算器、Ek は出力信号である。

【0016】探查対象となる物体は、単一、若しくは複数存在する。そしてこの物体 2 を探查するための位置 201～20k は任意の位置を選択することができる。音響探查装置の受波器 31～3n は有限の平面上に配置されていて、受信された信号 A1～An は、プリアンプ 41～4n、ローパスフィルタ (LPF) 51～5n、アンプ 61～6n、A/D 変換器 71～7n を通り、デジタル信号 B1～Bn に変換される。

【0017】81～8n は遅延器で、各受波器 31～3n が受信して得られたデジタル信号 B1～Bn に遅延をかけ、各受波器 31～3n における受波信号の位相を揃えて各探查位置 201～20k における物体の有無を判別できるようにしてある。今例えば、探查位置 201 からの信号を判別する場合、送波器 1 から探查位置 201 までの距離を l_1 、探查位置 201 から受波器 31 までの距離を l_2 、探查位置 201 から受波器 32 までの距離を l_3 とし、音速を C、受波器 31 の遅延時間を $31 \tau k_1$ 、受波器 32 の遅延時間を $32 \tau k_1$ とすると、それぞれの遅延時間は次のようになる。

$$\dots\dots (1)$$

$$\dots\dots (2)$$

1～8n でこの時間差 $31 \tau k_1 \sim 3n \tau k_1$ を差し引

いて得られた信号 $C_1 \sim C_n$ は、探査位置 20_1 に物体がある場合だけ位相が同一となる。そのためこの信号 $C_1 \sim C_n$ を加算器9で加算し、和 D_1 を求めると、探査位置 20_1 に物体がある場合は振幅が大きくなり、これによって探査位置 20_1 における物体の有無の判別が可能となる。

【0018】そのため遅延器 $8_1 \sim 8_n$ のそれぞれに、各探査位置 $20_1 \sim 20_k$ に対する遅延時間 $31 \tau k_1 \sim 3n \tau k_n$ を記憶させておき、各探査位置毎に各受波器 $3_1 \sim 3_n$ が受信して得られたデジタル信号 $B_1 \sim B_n$ から、各探査位置に対応した信号 $D_1 \sim D_k$ を求めると、この信号 D_k の振幅、パワーを比較することで各探査位置 $20_1 \sim 20_k$ における物体の有無の判定が可能となる。

【0019】乗算器10は、送波器1から出た音波が探査位置 $20_1 \sim 20_k$ で反射されて受波器 $3_1 \sim 3_n$ に達するまでの間に減衰する量を補正し、反射信号 $D_1 \sim D_k$ を真の大きさの反射信号に補正する補正值 $\alpha_1 \sim \alpha_k$ を乗ずるためのもので、この補正值 $\alpha_1 \sim \alpha_k$ は、探査位置 $20_1 \sim 20_k$ に音波を反射する物体を置いて受波器 $3_1 \sim 3_n$ で音波の大きさを測定して求めるか、あるいは有限要素法、境界要素法などを用い、送波器1を出て探査位置 $20_1 \sim 20_k$ で反射され、受波器 $3_1 \sim 3_n$ に達する音波の大きさを数値計算により求めたもので、任意の座標に対して得られているデータから補完して求めても良い。そしてこの補正值 $\alpha_1 \sim \alpha_k$ は、探査位置 $20_1 \sim 20_k$ 毎に求めて図示していない記憶装置に記憶しておく。

【0020】このような構成の音響探査装置において、送波器1から出た音波は空間を伝搬して探査対象となる物体2で反射する。物体2からの反射波は受波器 $3_1 \sim 3_n$ で検出され、その検出信号 A_n はプリアンプ $4_1 \sim 4_n$ 、ローパスフィルタ(LPF) $5_1 \sim 5_n$ 、アンプ $6_1 \sim 6_n$ 、A/D変換器 $7_1 \sim 7_n$ を通り、デジタル信号 $B_1 \sim B_n$ に変換される。

【0021】そしてこのデジタル信号 $B_1 \sim B_n$ から、遅延器 $8_1 \sim 8_n$ で探査位置 $20_1 \sim 20_k$ 毎に遅延時間 $31 \tau k_1 \sim 3n \tau k_n$ を差し引き、得られた信号 $C_1 \sim C_n$ を加算器9で加算して得られた和、 $D_1 \sim D_k$ に乗算器10で $\alpha_1 \sim \alpha_k$ をかけ、出力 $E_1 \sim E_k$ を求める。この出力 $E_1 \sim E_k$ は、探査位置 $20_1 \sim 20_k$ のそれぞれにおける物体の有無の判別信号となると共に、物体からの反射の大きさを表す信号となる。

【0022】すなわちデジタル信号 $B_1 \sim B_n$ から、遅延器 $8_1 \sim 8_n$ で探査位置 $20_1 \sim 20_k$ 毎に遅延時間 $31 \tau k_1 \sim 3n \tau k_n$ を差し引いて得られた信号 $C_1 \sim C_n$ は、前記したようにそれぞれの探査位置 $20_1 \sim 20_k$ に物体があるとき位相が揃ったものとなり、この $C_1 \sim C_n$ を加算器9で加算して得られた和、 $D_1 \sim D_k$ は、物体のある場所の振幅、パワーが大きくなって

物体の有無を判別することが可能となる。さらに、この $D_1 \sim D_k$ に乗算器10で補正值 $\alpha_1 \sim \alpha_k$ をかけて得られた出力 $E_1 \sim E_k$ は、物体による反射の大きさをも表す信号となるから、この出力 $E_1 \sim E_k$ により、物体の有無と、その物体による反射の大きさの両方がわかるわけである。

【0023】一方、物体2の位置と探査位置 $20_1 \sim 20_k$ が一致しない場合、送波器1と物体2と受波器 $3_1 \sim 3_n$ の距離の差により生じる時間差 $31 \delta k_1 \sim 3n \delta k_n$ と、送波器1と探査位置 $20_1 \sim 20_k$ と受波器 $3_1 \sim 3_n$ の距離の差により生じる時間差 $31 \tau k_1 \sim 3n \tau k_n$ が異なるため、時間差 $31 \tau k_1 \sim 3n \tau k_n$ を差し引いた遅延器 $8_1 \sim 8_n$ の出力信号 $C_1 \sim C_n$ は位相が揃わない。従って、探査位置 $20_1 \sim 20_k$ と物体2の位置が異なる場合、加算器9の出力 $D_1 \sim D_k$ は小さくなる。

【0024】そのため音響探査では、探査位置 $20_1 \sim 20_k$ を変化させながら乗算器10の出力を算出し、出力信号 $E_1 \sim E_k$ の振幅が大きい探査位置に物体が存在すると判定すると共にこの信号の強さで、物体の位置のみならず、反射信号の大きさも正確に知ることが可能となる。

【0025】図2は本発明における第2の実施の形態を示した構成図であり、図1と同じ構成要素には同一符号を付した。同図において、1は送波器、2は探査対象となる物体、 $20_1 \sim 20_k$ はこの物体2を探査するための位置、 $3_1 \sim 3_n$ は音響探査装置の受波器、 $A_1 \sim A_n$ は受信された信号、 $4_1 \sim 4_n$ はプリアンプ、 $5_1 \sim 5_n$ はローパスフィルタ(LPF)、 $6_1 \sim 6_n$ はアンプ、 $7_1 \sim 7_n$ はA/D変換器、 $30_1 \sim 30_n$ は乗算器、 $B_1 \sim B_n$ はデジタル信号、 $F_1 \sim F_n$ は窓関数を乗じたデジタル信号、 $8_1 \sim 8_n$ は遅延器、 $C_1 \sim C_n$ は遅延されたデジタル信号、9は加算器、 D_k はデジタル信号 $C_1 \sim C_n$ の和、10は乗算器、 E_k は出力信号である。

【0026】この第2実施例においては、A/D変換器 $7_1 \sim 7_n$ と遅延器 $8_1 \sim 8_n$ の間に、乗算器 $30_1 \sim 30_n$ が設けられ、この乗算器 $30_1 \sim 30_n$ でデジタル信号 $B_1 \sim B_n$ に受波器 3_n の配置を考慮して空間的な窓関数 $\beta_1 \sim \beta_n$ が乗じられる。それによって、物体のある位置の信号はそのままに、物体のないところの信号は他からの影響を小さくするような空間的フィルタリングをかけることができ、探査におけるサイドロブを低減させ、探査精度を向上させることが可能となる。また、乗算器10における補正值 $\alpha_1 \sim \alpha_k$ は、乗算器 $30_1 \sim 30_n$ の効果を考慮した上で事前の計測もしくは数値計算により決定される。代表的な窓関数としては、次式のようなハニング窓があげられ、一例として $L=15$ におけるハニング窓の例を図4に示す。

【数1】

$$W_{11, n} = \begin{cases} 0.54 + 0.46 \cos(\pi n/L) & ; |n| \leq L \\ 0 & ; |n| > L \end{cases} \quad \dots (3)$$

【0027】このような構成の音響探査装置において、送波器1から出た音波は空間を伝搬して探査対象となる物体2で反射する。物体2からの反射波は受波器31～3nで検出され、その検出信号Anはプリアンプ41～4n、ローパスフィルタ(LPF)51～5n、アンプ61～6n、A/D変換器71～7nを通り、デジタル信号B1～Bnに変換される。

【0028】そしてこのデジタル信号B1～Bnは、乗算器301～30nで空間的な窓関数β1～βnが乗じられて信号F1～Fnとして遅延器81～8nに送られ、探査位置201～20k毎に遅延時間31τk1～3nτknが差し引かれる。そして得られた信号C1～Cnを加算器9で加算し、得られた和、D1～Dkに、乗算器10で前記したように乗算器301～30nの効果を考慮した上で事前の計測、もしくは数値計算により決定された補正值α1～αkがかけられ、出力E1～Ekが求められる。

【0029】この出力E1～Ekは、前記したようにサイドロブが低減して探査精度が向上した信号であり、探査位置201～20kのそれぞれにおける物体の有無の判別と、物体からの反射の大きさの測定を、精度良く行えるようになる。

【0030】図4は本発明における第3の実施の形態を示した構成図であり、図2に示した第2の実施例と同様な構成であるが、受波器31～3nの配置が平面ではなく、3次元的な配置となっている。

【0031】同図において、1は送波器、2は探査対象となる物体、201～20kはこの物体2を探査するための位置、31～3nは音響探査装置の受波器、A1～Anは受信された信号、41～4nはプリアンプ、51～5nはローパスフィルタ(LPF)、61～6nはアンプ、71～7nはA/D変換器、B1～Bnはデジタル信号、301～30nは乗算器、F1～Fnは窓関数を乗じたデジタル信号、81～8nは遅延器、C1～Cnは遅延されたデジタル信号、9は加算器、Dkはデジタル信号C1～Cnの和、10は乗算器、Ekは出力信号である。

【0032】受波器31～3nの配置が平面の場合、受波器31～3nの面(以下xy方向と称する)における探査精度は高くできるが、この面に垂直な方向(以下z方向と称する)の探査精度は劣る。そのため図4に示すように、受波器31～3nの配置を平面ではなく、3次元的な配置とすることでz方向の情報が増え、z方向の探査精度が向上する。

【0033】この図4の実施例の場合、まず遅延器81

～8nがデジタル信号B1～Bnから差し引く遅延時間31τk1～3nτknを、xy方向だけでなく、z方向の差も考慮した値とする。また乗算器101～10nの補正值α1～αkも、受波器31～3nの配置を考慮して事前計測、もしくは数値計算により求め、データとして記録装置に保存し、演算時にそのデータを用いる。

【0034】このような構成の音響探査装置において、送波器1から出た音波は空間を伝搬して探査対象となる物体2で反射する。物体2からの反射波は受波器31～3nで検出され、その検出信号Anはプリアンプ41～4n、ローパスフィルタ(LPF)51～5n、アンプ61～6n、A/D変換器71～7nを通り、デジタル信号B1～Bnに変換される。

【0035】そしてこのデジタル信号B1～Bnは、乗算器301～30nで空間的な窓関数β1～βnが乗じられて信号F1～Fnとして遅延器81～8nに送られ、探査位置201～20k毎に遅延時間31τk1～3nτknが差し引かれる。この遅延時間31τk1～3nτknは、前記したようにxy方向だけでなく、z方向の差も考慮した値となっている。そして得られた信号C1～Cnを加算器9で加算し、得られた和、D1～Dkに、乗算器10で前記したように受波器31～3nのz方向位置差と、乗算器301～30nの効果を考慮した上で事前の計測、もしくは数値計算により決定された補正值α1～αkがかけられ、出力E1～Ekが求められる。

【0036】この出力E1～Ekは、前記したようにサイドロブが低減して探査精度が向上するとともに、z方向の探査精度も向上した信号であり、探査位置201～20kのそれぞれにおける物体の有無の判別と、物体からの反射の大きさの測定、及びz方向の物体の探査も精度良く行えるようになる。

【0037】図5は本発明における第4の実施の形態を示した構成図であり、図4に示した第3の実施例と同様な構成であるが、送波器がなく、受波器31～3n以降の構成である。同図において、2は探査対象となる物体、201～20kはこの物体2を探査するための位置、31～3nは音響探査装置の受波器、A1～Anは受信された信号、41～4nはプリアンプ、51～5nはローパスフィルタ(LPF)、61～6nはアンプ、71～7nはA/D変換器、B1～Bnはデジタル信号、301～30nは乗算器、F1～Fnは窓関数を乗じたデジタル信号、81～8nは遅延器、C1～Cnは遅延されたデジタル信号、9は加算器、Dkはデジ

ル信号 $C_1 \sim C_n$ の和、10は乗算器、 E_k は出力信号である。

【0038】この図5に示した第4の実施例では、送波器が無い場合全ての物体の探査は困難である。しかし物体から音波を発している場合には、音源と受波器 $3_1 \sim 3_n$ の距離により各受波器 $3_1 \sim 3_n$ へ音が到達する時間が異なる。そのため、遅延器 $8_1 \sim 8_n$ の遅延時間、乗算器10の補正值 $\alpha_1 \sim \alpha_k$ を、受波器 $3_1 \sim 3_n$ から音源までの距離を異ならせて事前計測、もしくは数値計算によりそれぞれ複数用意しておくことで探査可能であり、パッシブ探査の構成となっている。受波器の配置は、用途に合わせて図5に示した3次元、または図2に示した平面のどちらかを選択する。

【0039】このような構成の音響探査装置において、受波器 $3_1 \sim 3_n$ が音波を受波すると、その検出信号 A_n はプリアンプ $4_1 \sim 4_n$ 、ローパスフィルタ(LPF) $5_1 \sim 5_n$ 、アンプ $6_1 \sim 6_n$ 、A/D変換器 $7_1 \sim 7_n$ を通り、デジタル信号 $B_1 \sim B_n$ に変換される。そしてこのデジタル信号 $B_1 \sim B_n$ は、乗算器 $30_1 \sim 30_n$ で空間的な窓関数 $\beta_1 \sim \beta_n$ が乗じられて信号 $F_1 \sim F_n$ として遅延器 $8_1 \sim 8_n$ に送られる。

【0040】すると遅延器 $8_1 \sim 8_n$ は、この信号 $F_1 \sim F_n$ から、受波器から音源までの距離を異ならせた複数の遅延時間 $31\tau k_1 \sim 3n\tau k_n$ を差し引き、得られた信号 $C_1 \sim C_n$ を加算器9で加算して和 $D_1 \sim D_k$ を求める。そして乗算器10で補正值 $\alpha_1 \sim \alpha_k$ を乗じて出力 $E_1 \sim E_k$ を求めるわけであるが、この出力 $E_1 \sim E_k$ は、遅延器 $8_1 \sim 8_n$ で差し引かれる遅延時間と、乗算器10で乗じられる補正值 $\alpha_1 \sim \alpha_k$ が受波器から音源までの距離を異ならせて計測、または計算した複数の値を持ち、この中で最も振幅、パワーの大きな位置が物体の位置と反射信号の大きさとなる。

【0041】そのため、この図5のような構成とすることで、音波を発する物体の位置を x y 方向、及び z 方向にわたって精度良く求めることができ、また発生音レベルも精度良く求めることが可能となる。

【0042】

【発明の効果】以上種々述べてきたように、請求項1または4に記載した発明によれば、音波発信源から受波器までの間に生じる音波減衰量に応じた補正值を乗じることによって、物体の音波反射量を正確に把握することができ、反射の強さまで含めた総合的な探査をおこなうことのできる音響探査装置、またはパッシブ音響探査装置を

提供できる。

【0043】そして請求項2または5に記載した発明によれば、受波信号に窓関数を乗じることによって物体や音源の位置探査精度や反射強さの精度を向上させることができ、反射の強さまで含めた総合的な探査と位置探査精度や反射強さの精度を向上させた音響探査装置を提供できる。

【0044】また請求項3または6に記載した発明によれば、受波器配置平面に垂直な方向の探査精度を向上させることができ、3次元の探査位置精度と反射強さ測定精度を向上させ、反射の強さまで含めた総合的な探査と位置探査精度や反射強さの精度を向上させた音響探査装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態を示した構成図である。

【図2】 本発明における第2の実施の形態を示した構成図である。

【図3】 ハニング窓を用いた窓関数の例である。

【図4】 本発明における第3の実施の形態を示した構成図である。

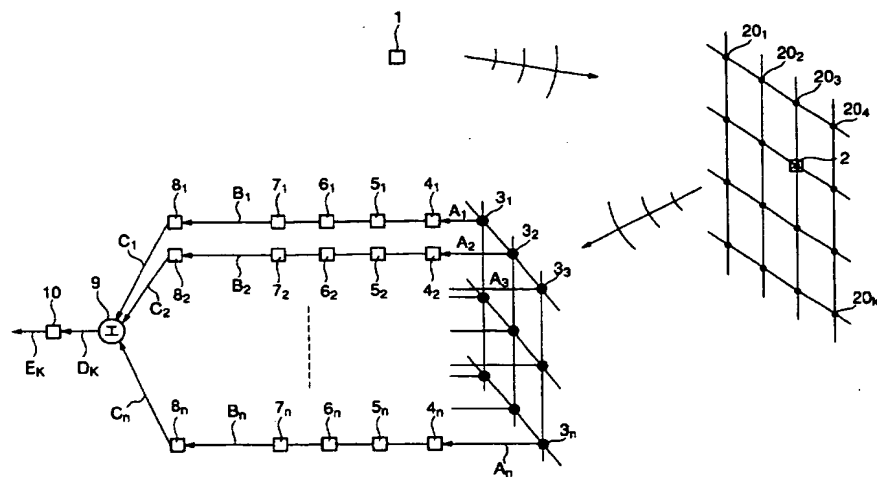
【図5】 本発明における第4の実施の形態を示した構成図である。

【図6】 従来の音響探査装置の構成図である。

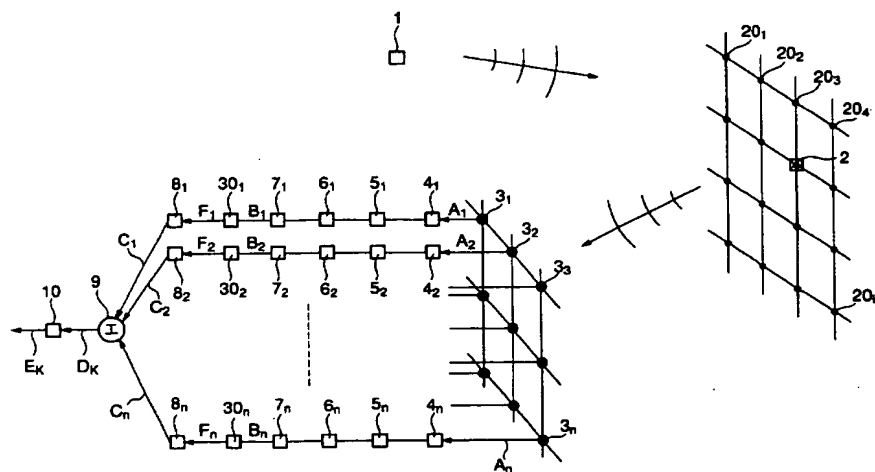
【符号の説明】

- | | |
|-----------|--------------------------|
| 1 | 送波器 |
| 2 | 探査対象となる物体 |
| 201 ~ 20k | 物体2を探索するための位置 |
| 31 ~ 3n | 音響探査装置の受波器 |
| A1 ~ An | 受信された信号 |
| 41 ~ 4n | プリアンプ |
| 51 ~ 5n | ローパスフィルタ (LPF) |
| 61 ~ 6n | アンプ |
| 71 ~ 7n | A/D変換器 |
| 81 ~ 8n | 遅延器 |
| 9 | 加算器 |
| 10 | 乗算器 |
| 301 ~ 30n | 乗算器 |
| B1 ~ Bn | デジタル信号 |
| C1 ~ Cn | 遅延されたデジタル信号 |
| Dk | デジタル信号 $C_1 \sim C_n$ の和 |
| Ek | 出力信号 |
| F1 ~ Fn | 窓関数を乗じた信号 |

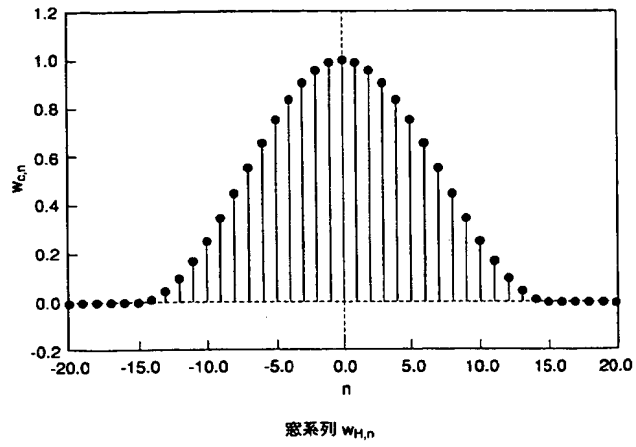
【図1】



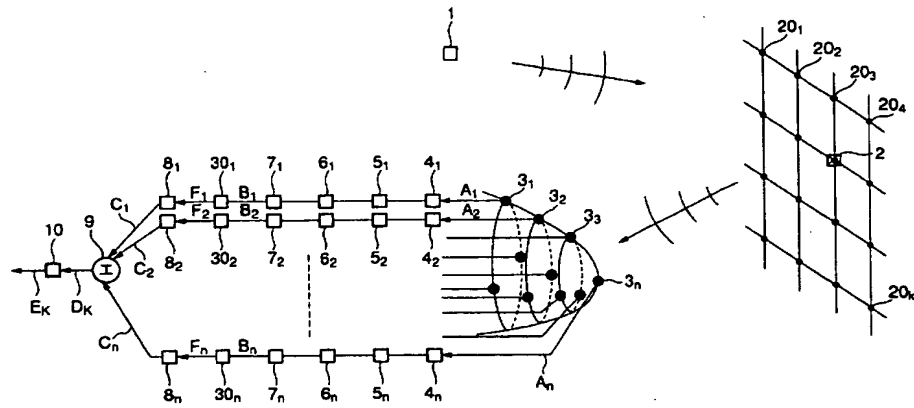
【図2】



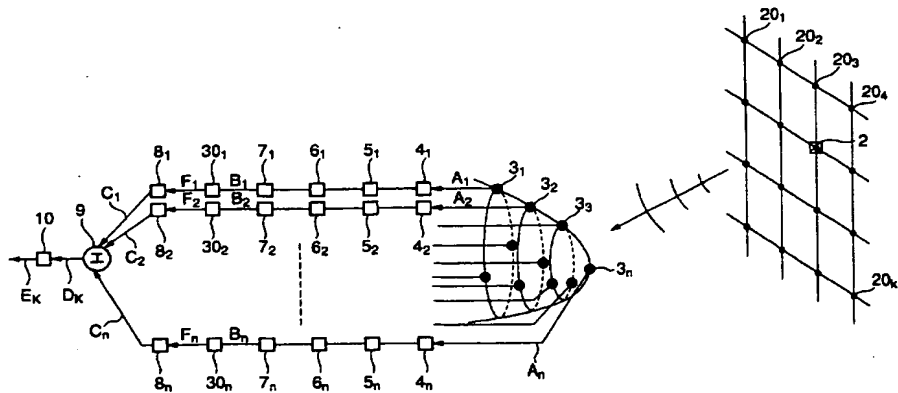
【図3】



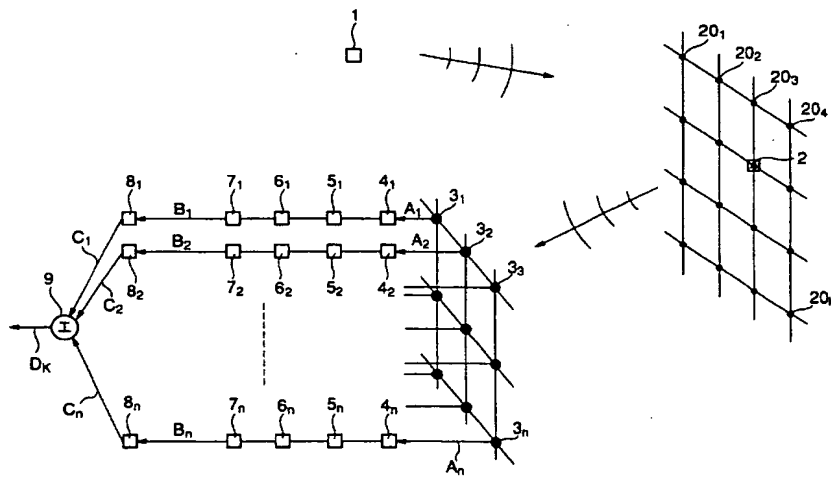
【図4】



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 中川 敬三
神戸市兵庫区和田崎町一丁目 1 番 1 号 三
菱重工業株式会社神戸造船所内

F ターム(参考) 2G005 AA04
2G064 AB13 AB21 BA12
5J083 AA02 AA05 AB08 AC07 AC29
AD01 AD02 BC13 BE53 BE57
CA13